ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ
PROCESSES AND MACHINES OF AGRO - ENGINEERING SYSTEMS



УДК 631.331.85:633.11 DOI 10.12737/12592

Технические параметры модифицированной сеялки для высева зерновых культур в тяжелые по механическому составу почвы*

И. Р. Антибас[1], А. Г. Дьяченко[2]**
[1,2] Донской государственный технический университет, г.Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Technical parameters of modified seed drill for sowing grain crops in heavy soils ***

I. R. Antypas[1], A. G. Dyachenko[2]**
[1,2] Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Целью работы являлось создание новой конструкции сеялки, предназначенной для работ на тяжелых почвах. Основная задача модифицированной конструкции — устранение сложностей, возникающих при высеве, особенно когда в почве находятся остатки неубранного урожая, а на ее поверхности — пожнивные остатки от ранее возделанных культур. Эксперименты проводились при следующих варьируемых факторах: скорость движения сеялки, глубина обработки почвы, конструкция почвообрабатывающих рабочих органов, высота высевающих слотов и расстояние между ними, угол падения зерна, расстояние между корпусами рабочих органов, расстояние между слотом и стойкой рабочего органа. Результаты исследований позволяют утверждать, что применение модифицированной сеялки позволяет добиться более равномерного распределения зерна в почве. При этом урожайность повышается почти на 14 % и достигает уровня 86,7 %. Оптимальные параметры модифицированной конструкции следующие: расстояние между корпусом почвообрабатывающего орудия и высевающим отверстием слота — 50 см; угол падения высеваемого материала на почву из слотов — 60^0; высота падения зерен из слотов — 50 см; расстояние между отверстиями высевающих слотов — 17 см; скорость движения сеялки — 8 км/ч. При этом установлено, что для достижения наилучшего эффекта в качестве почвообрабатывающих орудий следует использовать жесткие стойки с крыльчатыми лапами.

Ключевые слова: сеялка, зерновые культуры, всхожесть, высевающий слот, вид рабочего органа.

The work objective is to create a new seeder designed to work in heavy soils. The main purpose of the modified design is the elimination of difficulties occurring at seeding, especially when there are crop remains in the soil, and former cultivated crop residues on its surface. Experiments were carried out under the following variable factors: seeder speed, operating depth, tillage tool design, seed slot height and distance between seed slots, angle of dropping grain, distance between tool hulls, and distance between the sowing slot and the tine. The research results suggest that the application of the modified seed drill allows improving the uniformity of the grain distribution in the soil. In this case, the yield is increased by almost 14% and reaches the level of 86.7%. The optimal parameters of the modified design include the following: the distance between the tillage tool body and the slot seed opening is 50 cm; the angle of dropping the seed material from the slots on the soil is 60^0; the height of the grain fall from the slots is 50 cm; the distance between the slot seed openings is 17 cm; the seeder speed is 8 km/h. It is found that tillage tools fitted with rigid props with vane shovels make the greatest effect.

Keywords: seed drill, white straw crops, germination, seeding slot, tool type.

Введение. В настоящее время в агропромышленном комплексе Сирийской Арабской Республики (САР) наибольшее внимание уделяется урожайности зерновых культур, обеспечивающей производство продуктов питания — в частности, хлебобулочных и макаронных изделий.

В последние 5 лет в САР отмечается прирост населения, что обусловило увеличение посевных площадей под зерновые культуры. Учитывая, что потребление хлебобулочных и макаронных изделий составляет около 200 кг/год на

*Работа выполнена в рамках инициативной НИР.
**E-mail: Imad.antypas@mail.ru, Dyachenko_aleshka@bk.ru
***The research is done within the frame of the independent R&D.

душу населения [1], весьма актуальной представляется проблема повышения урожайности зерновых культур. Решению этой задачи может способствовать разработка высокопроизводительной сеялки. Следует отметить, что на урожайность оказывают влияние следующие факторы:
— способ посева (посев обычным рассеиванием, посев в лунки квадратно-гнездовым способом, посев в борозду за почвообрабатывающим орудием и т. д.) [2];
— точность высева;
— скорость движения сеялки и пр.

Преимуществами автоматизации посева являются [3]:
— возможность исключить пропуски и неравномерности высева посевного материала,
— повышение производительности,
— снижение трудозатрат,
— экономия высеваемого зерна,
— улучшение всхожести,
— повышение точности посева при соблюдении заданной глубины,
— облегчение работы сельхозорудий на следующих этапах работы,
— обеспечение механизированной уборки пожнивных остатков [4, 5].

Очевидно также, что научно обоснованная модернизация сельскохозяйственного оборудования способна дать серьезный экономический эффект.

При модернизации сеялки важнейшей задачей является улучшение контроля плотности посева и равномерности распределения зерен в борозде по горизонту почвы и глубине [6]. Для обеспечения необходимых условий прорастания зерен были заданы следующие ограничения:
— зерна должны быть заделаны на глубину не более 2–3 см, что обеспечивает удовлетворительные параметры распределения зерна по глубине борозды и по горизонту почвы при скорости движения сеялки 4–5 км/час [7];
— процессу культивирования зерновых должны способствовать доступность кислорода и воды, качественное удобрение и надлежащая температура для лучшего их прорастания [8].

Находящаяся в верхнем плодородном слое почва в основном состоит из твердых частиц и пор, по которым свободно перемещаются вода и воздух. Такая почва считается более благоприятной средой для посева и роста корневой системы [9].

В целом, для АПК САР характерна проблема выбора сельскохозяйственной техники, в особенности для северных районов, где преобладают тяжелые по механическому составу почвы. Этим обусловлена необходимость модернизации посевных агрегатов. Опытным путем было доказано преимущество автоматизированного высева методом заделки зерна в борозду, что повышает всхожесть культур на 11 % по сравнению с обычным высевом [10].

Цель исследования. Новая конструкция сеялки призвана повысить эффективность высева при работе на тяжелой почве (табл. 1), особенно когда в ней находятся остатки неубранного урожая, а на поверхности — пожнивные остатки от ранее возделываемых культур.

Таблица 1

Физические характеристики почвы

Параметры почвы	Единица измерения	Значение
Состав грунта		
Глина	%	65,1
Ил	%	18,4
Песок	%	16,5
Свойства глинозема		
Органические вещества	%	0,98
Влажность	%	19,25
Кислотность (pH)	–	7,81
Электрическая проводимость (ЭП)	мСм	1,12

В числе основных проблем, с которыми сталкиваются сельхозпроизводители при использовании традиционных сеялок, следует отметить:
— забивание глиной передних частей рабочих органов сеялки, в результате чего прекращается процесс высева зерна;
— забивание глиной высевающих шлангов;

— скручивание высевающих шлангов из-за скапливания глины в передних частях рабочих органов сеялки, что также приводит к прекращению высева зерна;
— неравномерность высева;
— неравномерность заделки зерна.

Данные, полученные в результате исследования, были использованы при изучении конструкции модернизированной сеялки, которая, в отличие от традиционно используемого механизма, позволяет избежать перечисленных выше проблем.

Рассматривались факторы, оказывающие наибольшее влияние на всхожесть и равномерность распределения зерна в почве:
— глубина обработки почвы;
— угол падения зерна из высевающих слотов по отношению к почвенному горизонту;
— расстояние между высевающими отверстиями;
— конструкция рабочих органов, используемых для заделки зерен в почву;
— количество высеваемого материала;
— расстояние между корпусами рабочих органов;
— расстояние между высевающими слотами и рабочими органами;
— высота падения зерна из слотов на почву;
— скорость движения сеялки.

Материалы и методы исследования. Эксперименты проводились на полях опытной государственной фермы, расположенной в районе г. Алеппо Сирийской Арабской Республики в 2011–2012 гг.

В качестве тягового агрегата использован трактор класса 5 (К-700). Количество высеваемого зерна — 180 кг/га.

Основные цели модернизации:
— улучшение подготовки дна борозды;
— обеспечение доставки необходимого количества зерна на единицу площади.

Следует отметить, что усовершенствованная конструкция сеялки позволяет достичь указанных целей, несмотря на наличие в почве и на ее поверхности растительных остатков выращенных ранее культур. Исследование доказало преимущества новых рабочих органов, представляющих собой жесткие стойки с закрепленными на них крыльчатыми лапами, которые обеспечивают надлежащую заделку зерна в почву.

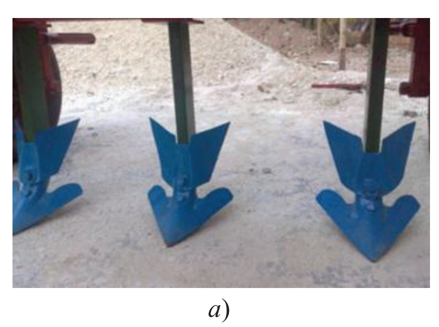
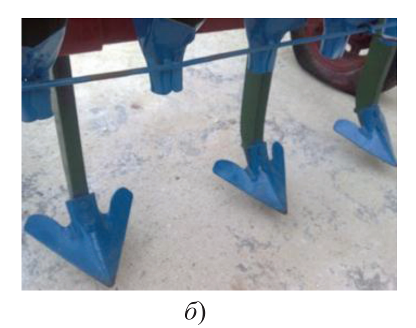
Новая конструкция сеялки была получена путем замены традиционных рыхлительных рабочих органов культиваторными лапами, а также изъятием резиновых шлангов зернопроводов (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид экспериментальной конструкции сеялки

Эксперименты проводили с целью выявления оптимальных параметров и режимов работы сеялки, а также изучения влияния на процесс всхожести и количества высеваемого зерна при следующих варьируемых факторах.

1. Скорость движения сеялки: 4, 6 и 8 км/ч.
2. Расстояние между высевающим слотом и стойкой рабочего органа: 25, 35 и 50 см.
3. Глубина обработки почвы: 5, 10 и 15 см.
4. Расстояние между корпусами рабочих органов: 30, 40 и 50 см.
5. Конструкция почвообрабатывающих рабочих органов: с традиционными рыхлящими рабочими органами и рабочими органами с крыльчатыми лапами [1] (рис. 2).

а) *б*)

Рис. 2. Конструкции используемых рабочих органов: с крыльчатыми лапами (*а*); с традиционными (*б*)

6. Угол падения зерна к почвенному горизонту: 45^0, 60^0 и 90^0 .
7. Высота слота, предназначенного для заделки зерна в почву: 30, 40 и 50 см.
8. Расстояние между высевающими слотами: 15, 17 и 20 см.

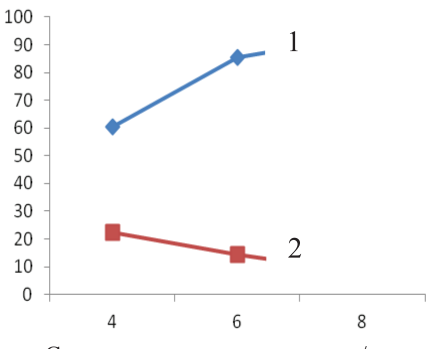
Опыты для исследования каждого из вышеназванных параметров воспроизводились трижды.

До начала исследования почва была подготовлена — обработана чизельным плугом на глубину 20 см и выровнена. Через 15 дней с момента посева был произведен расчет количества проросших зерен при помощи наложения деревянной рамки (1 × 1 м). Эксперимент повторялся пятикратно на пяти произвольно выбранных участках поля.

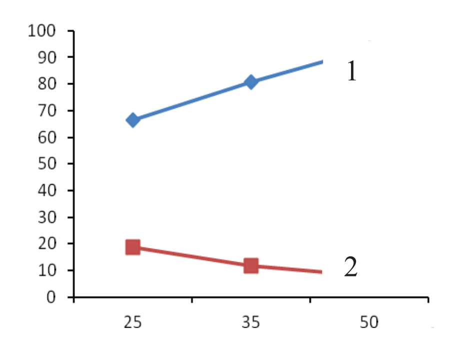
Для оценки всхожести зерна использовали специально разработанную методику. Она заключалась в следующем. Выборку (100 зерен) упаковывали в пластиковые контейнеры размерами 20 × 30 см. На дно каждого контейнера помещали стерильную вату, смоченную водой с формалином, накрывали нейлоном и оставляли при температуре 26 ^{0}C, пока зерна не прорастут. Через 8 дней проросшие зерна подсчитали и таким образом определили процент всхожести. Эксперимент проводили с 5 пробами зерен и повторяли 5 раз.

Обсуждение результатов. В ходе исследования было выяснено, каким образом различные параметры конструкции и функционирования оборудования влияют на всхожесть и распределение зерна в почве.

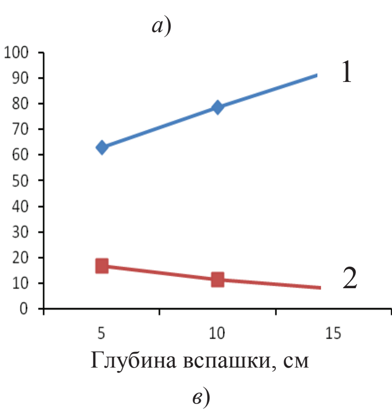
1. Скорость движения сеялки (рис. 3, *а*). Исследования проводились на трех скоростях (4, 6 и 8 км/ч) при следующих условиях: количество высеваемого материала — 180 кг/га; глубина обработки почвы — 15 см; расстояние между слотом и рабочим органом — 50 см; расстояние между рабочими органами — 50 см; рабочие органы представляют собой жесткие стойки с закрепленными на них крыльчатыми лапами; угол падения зерна к почвенному горизонту — 60^0; высота высевающего слота от поверхности почвы — 50 см; расстояние между высевающими слотами — 17 см.



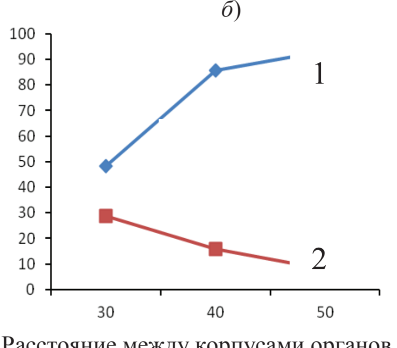
а)



б)



в)



г)

Рис. 3. Влияние на всхожесть скорости движения сеялки (*а*), расстояния между высевающим слотом и рабочим органом (*б*), глубины обработки почвы (*в*) и расстояния между корпусами рабочих органов (*г*): 1 — всхожесть (данные в процентах указаны по вертикальной оси), 2 — стандартное отклонение

Исследование позволило установить, что увеличение скорости движения сеялки существенно влияет на всхожесть. Это объясняется следующим образом. Если рабочие органы функционируют на большой скорости, крылья лучше отбрасывают почву, что способствует лучшей заделке высеваемого материала. В то же время при работе на низких скоростях (4 км/ч) рабочие органы не могут захватывать почву и отбрасывать ее в сторону, поэтому значительная часть посеянных зерен остается на поверхности почвы и съедается птицами и насекомыми, что, безусловно, ведет к существенным потерям урожая.

Итак, оптимальная скорость сеялки — 8 км/ч. Данный фактор увеличивает всхожесть на 32,8 %. Кроме того, посевной материал в почве распределяется более равномерно.

2. Расстояние между рабочим органом и высевающим слотом (рис. 3, *б*). В ходе эксперимента указанное расстояние составляло 25, 35 и 50 см. Другие условия: скорость хода сеялки — 8 км/ч; подача посевного материала — 180 кг/га; глубина обработки — 15 см; расстояние между корпусами рабочих органов — 50 см; рабочие органы в виде жестких стоек с закрепленными на них крыльчатыми лапами; угол падения зерна к почвенному горизонту — 60^0; высота слота над почвенным горизонтом — 50 см; расстояние между высевающими слотами — 17 см.

Установлено, что с увеличением расстояния между высевающим слотом и рабочим органом возрастает процент всхожести и равномерность распределения зерна в почве. При наименьшем расстоянии от слота до рабочего органа (25 см) значительная часть зерна останется не заделанной в почву. Важно отметить, что в данном случае зерно повреждается рабочими органами — и это снижает равномерность его распределения в почве. Наилучшие результаты были получены при наибольшем расстоянии между высевающим слотом и рабочим органом (50 см). Всхожесть увеличилась на 26,8 %, и зерно в почве распределялось более равномерно.

3. Глубина вспашки (рис. 3, *в*). Оптимальная глубина обработки почвы (5, 10 или 15 см) определялась при следующих условиях: скорость хода сеялки — 8 км/ч; подача посевного материала — 180 кг/га; расстояние между корпусами рабочих органов — 50 см; рабочие органы представляли собой жесткие стойки с закрепленными на них крыльчатыми лапами; угол падения зерна к почвенному горизонту — 60^0; расстояние от слота до почвы — 50 см; расстояние между высевающими слотами — 17 см.

В ходе эксперимента выяснилось, что увеличение глубины обработки до 15 см. — способствует лучшей заделке зерна в почву. Однако в данном случае отмечается некоторая задержка всхожести отдельных зерен. Этот факт объясняется следующим образом. При глубине заделки 5 см (т. е. минимальной) крылья рабочих органов не играют существенной роли, т. к. подрезанный слой почвы до них не доходит и не может покрыть зерна. С увеличением же глубины на зерна попадает большее количество почвы.

Итак, наилучшие результаты были получены при глубине обработки 15 см: всхожесть увеличилась на 30,4 %, зерно в почве распределялось более равномерно.

4. Расстояние между корпусами рабочих органов (рис. 3, *г*). В процессе исследования указанное расстояние составляло 30, 40 и 50 см. Эксперименты проводились при следующих условиях: скорость хода сеялки — 8 км/ч; подача посевного материала — 180 кг/га; глубина обработки почвы — 15 см; рабочие органы — жесткие стойки с закрепленными на них крыльчатыми лапами; угол падения зерна с почвенным горизонтом — 60^0; высота слота от почвы — 50 см; расстояние между высевающими слотами — 17 см.

Увеличение расстояния между корпусами рабочих органов до 50 см обеспечивает рост всхожести и равномерное распределение зерна в почве. В случаях же, когда расстояние было минимальным (30 см), наблюдалась экструзия почвы перед рыхлящими лапами. При этом на борозде образовывались так называемые колодцы, в которых за рыхлительными рабочими органами оставались не заделанные в почву зерна. Это привело к низкой всхожести растений и неравномерности их распределения. Та же проблема наблюдалась и при использовании традиционных рыхлительных рабочих органов.

Таким образом, исследования показали, что результаты можно улучшить, если между корпусами рабочих органов установить расстояние 50 см. При этом всхожесть увеличилась на 44,8 % и зерно распределялось лучше.

5. Вид используемых рыхлительных рабочих органов. В ходе исследования оценивалась эффективность органов с крыльчатыми лапами и без них. Эксперименты проводились при следующих условиях: скорость хода сеялки — 8 км/ч; глубина обработки почвы — 15 см; подача посевного материала — 180 кг/га; угол падения зерна с почвенным горизонтом — 60^0; расстояние между корпусами рабочих органов — 50 см; высота слота от почвы — 50 см; расстояние между высевающими слотами — 17 см.

Эксперимент подтвердил, что использование в качестве рыхлящих рабочих органов крыльчатых лап повышает всхожесть на 3,5 % и улучшает распределение зерна в почве, т. к. крылья хорошо распределяют почву по обеим сторонам по ходу движения и качественно заделывают зерна. Что же касается работы органов без крыльев, то в этом случае наблюдался выброс отдельных зерен на поверхность почвы и плохая их заделка.

6. Угол падения зерна к почвенному горизонту (рис. 4, *а*). В ходе исследования угол падения зерен к почвенному горизонту составлял 45^0, 60^0 и 90^0 при следующих условиях: скорость хода сеялки — 8 км/ч; подача посевного

материала — 180 кг/га; глубина обработки почвы — 15 см; рабочие органы — жесткие стойки с закрепленными на них крыльчатыми лапами; расстояние между корпусами рабочих органов — 50 см; расстояние от слота до почвы — 50 см; расстояние между высевающими слотами — 17 см.

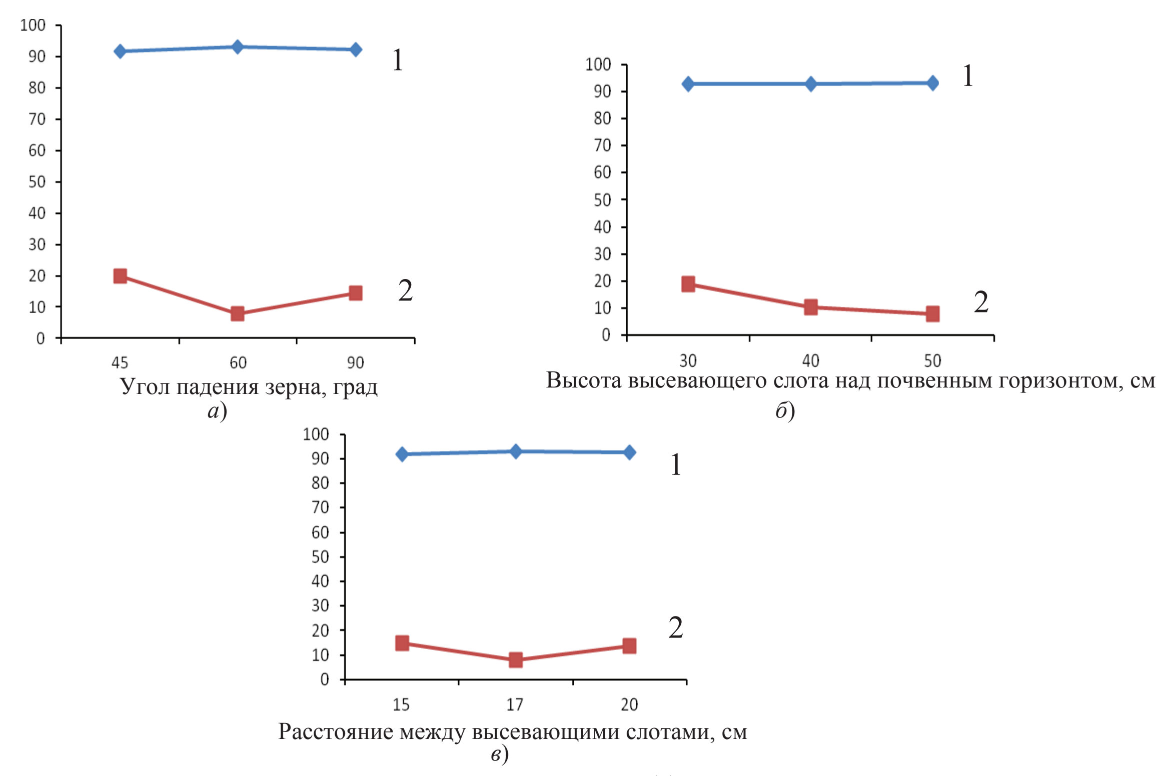


Рис. 4. Влияние на всхожесть угла падения зерна к почвенному горизонту (*а*), высоты высевающего слота над почвенным горизонтом (*б*) и расстояния между высевающими слотами (*в*): 1 — всхожесть (данные в процентах указаны по вертикальной оси), 2 — стандартное отклонение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что рассматриваемый параметр не оказывает существенного влияния на скорость прорастания зерен, однако распространение зерна в почве зависит от него весьма существенно, особенно, если угол составляет 60^0. Данный факт объясняется тем, что расположенные рядом слоты перекрывают потоки зерен во время их падения в почву. В зонах перекрытия количество высеянного зерна оказывалось больше. В итоге более равномерное распределение зерна на единицу площади позволило повысить урожайность, что весьма актуально для северных районов САР.

7. Высота падения зерна (рис. 3, *б*). В ходе эксперимента высевающий слот устанавливался на расстоянии 30, 40 и 50 см над почвой. Изыскания проводились при следующих условиях: скорость хода сеялки — 8 км/ч; подача посевного материала — 180 кг/га; расстояние между корпусами рабочих органов — 50 см; высота слота от почвы — 50 см; глубина обработки почвы — 15 см; угол падения зерна с почвенным горизонтом — 60^0; рабочие органы — жесткие стойки с закрепленными на них крыльчатыми лапами; расстояние между высевающими слотами — 17 см.

Эксперименты показали, что высота слота не оказывает особого влияния на процент всхожести, тогда как на равномерность распределения зерна в почве зависит от этого параметра весьма существенно. Это объясняется перекрытием потоков зерен во время их падения в почву, что заметно улучшает их распределение на единицу площади. Также отмечалось, что в зонах перекрытия количество высеянного зерна увеличивается.

8. Расстояние между высевающими слотами (рис. 4, *в*). Между высевающими слотами устанавливалось расстояние 15, 17 и 20 см. Эксперименты проходили при следующих условиях: скорость хода сеялки — 8 км/ч; глубина обработки почвы — 15 см; подача посевного материала — 180 кг/га; рабочие органы — жесткие стойки с закрепленными на них крыльчатыми лапами; расстояние между корпусами рабочих органов — 50 см; высота слота от почвы — 50 см; угол падения зерна с почвенным горизонтом — 60^0.

Проведенное исследование позволило установить, что расстояние между слотами не оказывает ощутимого влияния на процент всхожести, но является важным фактором для улучшения распространения зерен. Особенно заметный эффект был отмечен, когда расстояние между слотами составляло 17 см. Это объясняется перекрытием потоков зерен во время их падения в почву, что заметно улучшает их распределение на единицу площади. В зонах перекрытия количество высеянного зерна увеличивается.

Полевые испытания. Проведенные эксперименты позволили выявить оптимальные параметры и режимы работы сеялки. На основе полученных данных была разработана и изготовлена новая конструкция сеялки, испытанная в полевых условиях. Результаты работы двух видов оборудования сравнивались и были проанализированы.

Изыскания проводились на глиноземе, содержащем остатки прошлого урожая и пожнивные остатки. Две сравниваемые сеялки высевали одинаковое количество зерна и работали на скорости 8 км/ч.

Исследования показали, что при использовании модернизированной сеялки всхожесть увеличивается на 15 % (по сравнению с традиционно используемыми сеялками). Кроме того, существенно улучшилась равномерность распределения зерен в почве.

При проведении полевых работ в рамках данного исследования использование модифицированной сеялки позволило сократить временные затраты на 60 %. Оборудование традиционной конструкции на высев такого же объема посевного материала затрачивало значительно больше времени. Это было связано с экструзией почвы — как следствие, высевающие отверстия слотов забивались почвой, что требовало довольно длительных остановок для очистки рабочих органов и слотов. Кроме того, рабочее время уходило на то, чтобы объехать образовавшиеся груды почвы, сформированные рабочими органами.

Выводы.

1. Сеялка традиционной конструкции недостаточно эффективна, особенно на тяжелых по механическому составу почвах, с остатками корней от возделанных ранее культур и пожнивными остатками.

2. При использовании модифицированной конструкции всхожесть зерна достигла 93 % (соответствующий показатель для традиционной сеялки — 78 %). Улучшилась равномерность распределения проросшего посевного материала. Урожайность выросла до 86,7 % (соответствующий показатель для традиционной сеялки — 73 %).

3. Проведенные эксперименты позволили уточнить некоторые параметры работы модернизированной сеялки, обеспечивающие максимальную эффективность:

— расстояние между корпусом рабочего органа и высевающим слотом — 50 см;
— глубина обработки почвы — 15 см;
— расстояние между корпусами почвообрабатывающих рабочих органов — 50 см;
— угол падения зерен из высевающих слотов к почвенному горизонту — 60^0;
— высота падения зерен из слота до поверхности почвы — 50 см;
— расстояние между высевающими отверстиями расположенных рядом слотов — 17 см;
— скорость движения сеялки — 8 км/ч.

4. Для достижения наилучших результатов в качестве почвообрабатывающих орудий следует использовать стойки с крыльчатыми лапами.

5. Представленная конструкция сеялки в дальнейшем может быть усовершенствована и рекомендована для использования на других типах почв, для выращивания иных культур.

Библиографический список

1. Nachit, M. M. Economic and nutritional importance of cereals and food legumes in the Near East and North Africa / M. M. Nachit // Rachis. — 1982. — № 1. — P. 13–15.

2. Дьяченко, Г. Н. Интенсификация рабочих процессов при безотвальной обработке : дис … д-ра техн. наук / Г. Н. Дьяченко. — Ростов-на-Дону, 1990. — 446 с.

3. Alshzele Mahmoud Abed Alrahman. Influence of different farming methods to produce lentils / Alshzele Mahmoud Abed Alrahman // Egyptian Journal of A gricultural Engineering. — 1987. — № 4 (2). — P. 112–122.

4. Халянский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халянский, И. В. Горбачев. — Москва : Колос С, 2006. — 624 с.

5. Игнатенко, И. В. Машины для возделывания сельскохозяйственных культур / И. В. Игнатенко, Ю. И. Ермольев. — Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2008. — 374 с.

6. Syhel, B. Agricultural machinery / B. Syhel // Aleppo University Publications. — 2008. — 658 p.

7. Tarabeshe, Z. Field crops production / Z. Tarabeshe, K. Ahmad // Aleppo University Publications. — 2005. — 303 p.

8. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н. И. Кленин, В. Г. Егоров. — Москва : Колос С, 2005. — 464 с.

9. Шеин, Е. В. Курс физики почв / Е. В. Шеин. — Москва : Издательство Московского ун-та, 2005. — 432 с.

10. Albarre, A.-M. Comparing of agricultural mechanization systems for wheat production in desert areas / A.-M. Albarre // Egyptian Journal of Agricultural Engineering. — 1990. — №7 (1). — P. 40–46.

References

1. Nachit, M. M. Economic and nutritional importance of cereals and food legumes in the Near East and North Africa. Rachis, 1982, no. 1, pp. 13–15.

2. Dyachenko, G.N. Intensifikatsiya rabochikh protsessov pri bezotval'noy obrabotke : dis … d-ra tekhn. nauk. [Intensification of work processes in the subsurface treatment: Dr.Sci. (Eng.) diss.] Rostov-on-Don, 1990, 446 p. (in Russian).

3. Alshzele Mahmoud Abed Alrahman. Influence of different farming methods to produce lentils. Egyptian Journal of Agricultural Engineering, 1987, no. 4 (2), pp. 112–122.

4. Khalyanskiy, V. M, Gorbachev, I.V. Sel'skokhozyaystvennye mashiny. [Agricultural machinery.] Moscow: Kolos S, 2006, 624 p. (in Russian).

5. Ignatenko, I.V., Yermolyev, Y.I. Mashiny dlya vozdelyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. [Machines for cropping.] Rostov-on-Don: DSTU Publ. Centre, 2008, 374 p. (in Russian).

6. Syhel, B. Agricultural machinery. Aleppo University Publications, 2008, 658 p.

7. Tarabeshe, Z., K. Ahmad Field crops production. Aleppo University Publications, 2005, 303 p.

8. Klenin, N.I., Yegorov, V.G. Sel'skokhozyaystvennye i meliorativnye mashiny. [Agricultural and reclamation machinery.] Moscow: Kolos S, 2005, 464 p. (in Russian).

9. Shein, E.V. Kurs fiziki pochv. [Soil Physics Course.] Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo un-ta, 2005, 432 p. (in Russian).

10. Albarre, A.-M. Comparing of agricultural mechanization systems for wheat production in desert areas. Egyptian Journal of Agricultural Engineering, 1990, no. 7 (1), pp. 40–46.

Поступила в редакцию 02.03.2015
Сдана в редакцию 03.03.2015
Запланирована в номер 30.06.2015